

Dyscalculie

Marisca Milikowski en Tom Braams

In 2009 verscheen een hoofdstuk over dyscalculie geschreven door Marisca Milikowski en Tom Braams, in een bundel opstellen over leerproblemen. Wij plaatsen een kopie van dat hoofdstuk hier op onze website, met aanvullend de lijst van geraadpleegde literatuur.

De verwijzing naar dit hoofdstuk is als volgt:

Milikowski, M & Braams, T. (2009). Dyscalculie. In Taal, M. en Snellings, P. (red.), *Interventies in het onderwijs: leerproblemen* (pp. 60 -77). Amsterdam: Boom Onderwijs.

3 Dyscalculie

Marisca Milikowski en Tom Braams

Bij sommige kinderen verloopt de kennismaking met ons rekenstelsel problematisch en is sprake van dyscalculie. Deze stoornis komt meestal pas aan het licht als het kind op de basisschool wordt geconfronteerd met rekenopgaven. Net als bij dyslexie is dyscalculie in feite een andere term voor problemen bij het aanleren van bepaalde schoolse vaardigheden die niet worden veroorzaakt door andere cognitieve beperkingen of te weinig onderwijs. Bij dyscalculie gaat het om ernstige en hardnekkige problemen met het leren en toepassen van reken- en wiskundekennis.

Een beroemd geval van dyscalculie is beschreven door de Engelse neuropsycholoog Brian Butterworth. In zijn boek *The Mathematical Brain* (Butterworth, 1999) vertelt hij over Charles, een student psychologie aan de universiteit van Londen, die de betekenis van getalsymbolen en telwoorden alleen kon achterhalen door in gedachten de telrij af te lopen. Als Charles werd gevraagd welke getal groter is 3 of 7, dan telde hij op zijn vingers van 7 tot 10. Kwam hij 3 bij die telling niet tegen, dan wist hij dat 3 voor 7 komt in de telrij en dus kleiner is. Zonder tellen kon hij over de grootte van een getal niets zeggen. Zo ernstig als met Charles is het niet gesteld met Jiska, het meisje met wie we dit hoofdstuk openen. Toch zijn belangrijke kenmerken van Charles' handicap ook bij haar terug te vinden.

Jiska

Voorgeschiedenis

Jiska de Boer is 10 jaar en zit in groep 6. Op haar laatste rapport stonden voor de meeste vakken mooie cijfers: taal, lezen, spellen en schrijven allemaal een 8, geschiedenis een 9, topografie een 7. Om het rapport niet te bederven was

het cijfer voor rekenen niet ingevuld.

Wel werd Jiska's ouders geadviseerd om voor rekenen extra hulp buiten de school te zoeken. De rekenhulp op school had onvoldoende resultaat gehad.

Al in groep 2 was gesignaleerd dat Jiska

Vervolg

onverwacht veel moeite had met het leren van de cijfers. Omdat het leren van de letters haar zo makkelijk was afgegaan, had Jiska's leerkracht verwacht dat ze ook de cijfers spelenderwijs zou leren. Maar het leren van de cijfers en het koppelen van de cijfers aan de juiste hoeveelheden was voor Jiska een worsteling. Ze begon ook een aversie te ontwikkelen voor werkjes die met cijfers en aantallen te maken hadden. De hypothese van Jiska's onderwijzeres was dat de oorzaak van Jiska's probleem met cijfers in de emotionele sfeer gezocht moest worden. Zij voerde gesprekken met de ouders om erachter te komen wat Jiska dwars zou kunnen zitten. Maar thuis waren er geen bijzondere spanningen.

Tijdens de kleuterperiode en in groep 3 werd het rekenen van Jiska goeddeels op zijn beloop gelaten. Men ging ervan uit dat het rekenen wel op gang zou komen als Jiska daaraan toe was. Dit gebeurde echter niet. Vanaf groep 4 werd geregeld remedial teaching (RT) ingezet en kreeg Jiska dikwijls werk mee naar huis. De RT en het huiswerk richtten zich op het leren van de tafels en het automatiseren van de optel- en aftrekcombinaties tot 20. Hieraan is in de groepen 4, 5 en 6 hard gewerkt, zonder veel resultaat. Intussen liep Jiska een steeds grotere rekenachterstand op. In groep 6 was zij nog altijd bezig met het rekenen tot 20, dat maar niet geautomatiseerd wilde raken, en met het hoofdrekenen tot 100, dat evenmin goed wilde vlotten. Met

grotere getallen had zij nog geen kennis gemaakt, evenmin als met de klassieke berekeningswijzen voor optellen en aftrekken. In plaats daarvan werd getracht om Jiska te laten optellen en aftrekken door het springen op de lege getallenlijn. Deze aanpak, die in alle courante rekenmethodes wordt onderwezen als brug naar het hoofdrekenen, sloeg echter evenmin aan. En hetzelfde gold voor het maken van berekeningen uit het hoofd. Het rekenen stagneerde en Jiska was daaronder erg ongelukkig. Zij voelde zich dom en was altijd bang om uitgelachen te worden. De school adviseerde de ouders om een dyscalculie-onderzoek te laten doen.

Cognitieve vaardigheden

De algemene intelligentie (gemeten met de WISC-III) blijkt van hooggemiddeld niveau te zijn. Op zowel de EMT (technisch lezen van woorden) en de Klepel (technisch lezen van pseudowoorden, een zuivere maat voor de decodeervaardigheid bij het lezen) behaalt Jiska een hooggemiddelde score. Er zijn dus geen fonologisch-lexicale problemen die het verstoorde rekenen kunnen verklaren. Op de 15 woordentest, een test die zowel het onthouden en reproduceren van woorden in het korte- als het langetermijngeheugen meet, laat Jiska een voor haar leeftijd bovengemiddelde prestatie zien op zowel Inprinting als Delayed Recall. Hieruit, en uit Jiska's goede prestaties op de subtest Cijferreeksen van de WISC (een test voor de verbale geheue-

Vervolg

genspan en de centrale verwerking van het werkgeheugen), kun je opmaken dat aan haar rekenproblemen geen algemene geheugenproblemen ten grondslag liggen.

Rekenen en getalsverwerking

Jiska gebruikt bij het rekenen altijd haar vingers. Zij telt daarmee razendsnel.

Op de Tempotoets Rekenen weet zij op deze manier bij het optellen een goede score te behalen. Aftrekken gaat echter wat langzaam voor haar leeftijd en het tempo van vermenigvuldigen ligt op het niveau van groep 4. Jiska kent geen enkel tafelproduct uit haar hoofd, ondanks het vele oefenen. Delen kan zij

nog helemaal niet.

Het in haar werkgeheugen actief houden van getallen kost Jiska veel inspanning. Als haar mondeling een som wordt opgegeven, dan moet de opgave voor haar vaak worden herhaald. Dit valt op, omdat haar geheugen voor woorden goed is. Haar problemen met het vasthouden van getallen in het werkgeheugen blijken op allerlei manieren. Zo is Jiska de uitkomst van een telling (bijvoorbeeld 20 tegels, of 7 meter) dikwijls al kwijt voor ze de kans heeft gehad hem te noteren. In een dergelijke situatie moet ze opnieuw beginnen met tellen en meten.

3.1 Theorie

Er zijn twee theoretische benaderingen van het verschijnsel dyscalculie te onderscheiden: de algemene en de specifieke. In de praktijk van de diagnostiek en de behandeling kunnen de twee benaderingen elkaar aanvullen; in de wetenschappelijke theorievorming staan zij vaak tegenover elkaar (Landerl, et al., 2004; Milikowski, M., 2006; Van Loosbroek, 2006).

De aanduidingen algemeen en specifiek verwijzen naar de factoren die worden genoemd als verklaring voor dyscalculie. Dat kan gebeuren vanuit een stoornis in algemene functies en vaardigheden, zoals abstract redeneren, werkgeheugen en/of langetermijngeheugen. Zoals uit recent onderzoek blijkt, doet rekenen een relatief zwaar beroep op deze functies. Als een ervan gestoord is, zal dit de rekenontwikkeling negatief beïnvloeden (Geary & Hoard, 2005; Van Lieshout, 2006). Het zal bovendien duidelijk zijn dat er naast dyscalculie ook andere oorzaken voor rekenproblemen bestaan.

Dyscalculie blijkt zich ook te kunnen manifesteren bij individuen waarbij denk- en geheugenfuncties ongestoord zijn als het gaat om de bewerking en opslag van talige informatie. In zulke gevallen is dus sprake van een meer domeinspecifieke verstoring van functies. Dat lijkt het geval te zijn bij Jiska, die

weliswaar problemen heeft op het gebied van ruimte en tijd, maar uitstekend uit de voeten kan met talige concepten, ook moeilijke. Van een stoornis in de informatieverwerking kun je bij Jiska hooguit spreken als de te bewerken informatie te maken heeft met getallen.

De benadering van dyscalculie als specifieke functiestoornis heeft de laatste jaren aan gewicht gewonnen, mede door de snelle ontwikkeling van technieken voor hersenonderzoek (Dehaene et al., 2005). Ook het onderzoek naar de voorlopers van het rekenen bij baby's en peuters heeft bijgedragen aan de belangstelling voor rekenen en getalsverwerking als inherent specifieke vaardigheid (Mix et al., 2002; Cordes & Gelman, 2005).

Automatismen

Voor kinderen leren optellen en aftrekken, hebben ze al jaren gestoken in een grondige kennismaking met de eerste tien getallen van ons rekensysteem. Die kennismaking begint als kinderen drie of vier jaar zijn. Voor die tijd hebben ze nog weinig notie van getallen als symbolen voor discrete aantallen. Want weliswaar begrijpen baby's al dat weghalen tot minder leidt en erbij doen tot meer, maar het verschil tussen 3 en 4 zien ze nog niet. Baby's nemen geen aantallen waar, maar hoeveelheden. Het idee van 'aantal' is iets heel moeilijks, dat zich pas ontwikkelt als kinderen verschillende telwoorden leren verbinden met verschillende hoeveelheden (Mix et al., 2002).

Als kinderen de telwoorden en cijfers gaan gebruiken voor bepaalde aantallen, dan wordt een eerste stap gemaakt in het formele rekenen. Het aangeboren natuurlijke vermogen om groottes te onderscheiden wordt verbonden met het 'culturele' stelsel van getallen en regels voor het gebruik daarvan. Het resultaat is het concept aantal.

Een van de eerste regels is: elk telsymbool (telwoord of cijfer) verwijst naar een onderscheiden aantal. Het leren van die combinaties van symbool en aantal is een zware opgave, en het proces van automatiseren van deze verbindingen kost vele jaren. Dit blijft zich ontwikkelen tot ver in de basisschool (Noël et al., 2005).

Automatismen zijn dus geen vanzelfsprekendheid, maar het product van een langdurige ervaring in de omgang met getallen. In de loop der jaren raken de meeste mensen zo vertrouwd met de getallen tot 10 dat ze deze blindelings kunnen toepassen.

De kennis van de optelcombinaties tot 10 ligt grotendeels besloten in de kennis van de betrokken getallen. Door de goed geoefende en betrouwbare koppelingen met het aangeboren 'hoeveelheidbesef' (ook wel de interne getallenlijn genoemd, zie Dehaene, 1997) weet je van elk klein getal onmiddellijk de waarde;

en van twee kleine getallen samen weet je na een paar jaar sommen maken ook 'vanzelf' de gecombineerde waarde. Die gecombineerde waarden zijn deel gaan uitmaken van netwerken van getallen in het langetermijngeheugen en hoeven niet meer te worden uitgeteld.

Een van de kenmerken van dyscalculie is het falen van de bovenbeschreven ontwikkeling (Rousselle & Noël, 2007). Het uitblijven van de ontwikkeling naar automatisering van de kennis van optel- en aftreksommen met eencijferige getallen is de afgelopen jaren zeer uitgebreid in kaart gebracht door de Noorse onderzoeker Ostad. Hij vergeleek in een serie longitudinale studies de ontwikkeling van het oplosproces bij kinderen met langdurige rekenmoeilijkheden en normaal rekenende leeftijdgenoten (Ostad, 1999). Zijn bevindingen kunnen als volgt worden samengevat. Ten eerste: kinderen met aanhoudende rekenproblemen blijven sommen als $4 + 5$ en $9 - 4$ gedurende hun hele basisschoolloopbaan uittellen. Van de ontwikkeling naar *retrieval* (het antwoord van de som zonder 'berekenen' kunnen ophalen uit het langetermijngeheugen) is bij hen geen sprake. Ten tweede: de manier van uittellen verandert niet en blijft steken op het meest elementaire niveau. De meeste kinderen gaan allerlei bekortingen en handigheden gebruiken (Treffers & Buijs, 1999). Uit onderzoek blijkt herhaaldelijk dat het doorsnee kind zeer wendbaar is: het heeft vier tot vijf oplossingsstrategieën om deze eenvoudige sommen uit te rekenen tot z'n beschikking. De kinderen met langdurige rekenmoeilijkheden in Ostads onderzoeken kennen die luxe echter niet. Volgens hem verschilt hun rekenontwikkeling dan ook kwalitatief van die van normaal rekenende leeftijdsgenoten.

Dyscalculie en getalsverwerking

Bij sommige mensen komt de automatisering van de koppeling van hoeveelheden aan cijfers maar zeer langzaam – of wellicht nooit – voldoende van de grond. Deze mensen leren niet vlot (hoofd)rekenen, eenvoudig omdat ze niet beschikken over automatische informatie over de waarde van de betrokken getallen. Zo beschouwd is dyscalculie een stoornis in de snelle semantische verwerking van numerieke informatie. Cijfers worden niet automatisch van de correcte betekenis voorzien, ook niet na jaren oefening. Dan is tellen het enige alternatief. Hier zou dus sprake kunnen zijn van een kleine, wellicht aangeboren, onvolkomenheid in de hersenen die vlot leren rekenen onmogelijk maakt.

3.2 Diagnostiek

Schattingen over de prevalentie van dyscalculie lopen uiteen van 3 tot 10%. Het percentage is afhankelijk van de gebruikte definitie en de diagnostische criteria. Dyscalculie heeft een erfelijke component: kinderen met dyscalculie hebben dikwijls familieleden met rekenproblemen of dyslexie. Ook gaat dyscalculie dikwijls gepaard met andere stoornissen. Er is sprake van een aanzienlijke comorbiditeit. Bij leerlingen met dyslexie en ADHD komt dyscalculie naar verhouding vaak voor.

3.3 Invalshoeken

Bij de diagnostiek van dyscalculie zijn vier invalshoeken van belang. Deze kunnen elkaar gedeeltelijk overlappen, maar toch zijn het onderscheiden benaderingen, die elk een bijdrage kunnen leveren aan de diagnostiek van dyscalculie. De eerste invalshoek is wat je de 'levensloopbenadering' zou kunnen noemen. Deze benadering is gebaseerd op de DSM-IV-TR en richt zich op de bescherming van het individu met rekenproblemen (American Psychiatric Association, 2000). De gedachte is dat de rekenstoornis geen belemmering mag opleveren voor de ontplooiing van datgene wat iemand met dyscalculie wel goed kan: talen leren bijvoorbeeld, of geschiedenis. Behalve het bieden van ondersteuning bij het rekenen, kan een dyscalculieverklaring daarbij helpen. Het doel ervan is de overige ontwikkeling veilig te stellen. Een voorbeeld van een dyscalculieverklaring staat in de bijlage aan het eind van dit hoofdstuk.

De DSM-IV heeft het niet over dyscalculie, of een rekenstoornis, maar over een *mathematical disability*, dat wil zeggen een rekenhandicap. Van zo'n rekenhandicap is volgens de DSM-IV sprake indien het niveau van rekenen beneden het niveau ligt dat verwacht mag worden op basis van leeftijd, intelligentie en gevolgd onderwijs. Dit levert ernstige belemmeringen op in de onderwijs- en maatschappelijke participatie. Die belemmeringen doen zich voor in zowel het omgaan met getallen in alledaagse situaties als in het behalen van schoolse kwalificaties in overeenstemming met de aanleg.

De tweede invalshoek gaat over het schoolse rekenen. In hun boek *Rekenproblemen en dyscalculie* definiëren Ruijsenaars, Van Luit en Van Lieshout dyscalculie als een hardnekkig rekenprobleem (2004, p. 28). Hun definitie luidt als volgt:

Dyscalculie is een stoornis die gekenmerkt wordt door hardnekkige problemen met het leren en accuraat oproepen/toepassen van reken-wiskundekennis (feiten/afspraken).

De hardnekkigheid van de problemen moet blijken uit een substantiële rekenachterstand. Deze rekenachterstand is gemeten met individueel afgenomen, genormeerde tests. Ook het feit dat die achterstand zich niet liet wegwerken door op remediëring gerichte hulp is een belangrijke indicatie. Je spreekt in dat geval van didactische resistentie. Dit laatste criterium is natuurlijk vooral belangrijk in schoolverband; in de diagnostiek van bijvoorbeeld volwassenen zal het geen rol spelen.

De derde invalshoek betreft de automatismen – of het gebrek daaraan – in het elementaire rekenen en in de verwerking van eenvoudige numerieke informatie. De definitie die het meest recht doet aan deze benadering is afkomstig van het Britse ministerie van onderwijs, DfES, en luidt als volgt:

Dyscalculia is a condition that affects the ability to acquire arithmetical skills. Dyscalculic learners may have difficulty understanding simple number concepts, lack an intuitive grasp of numbers, and have problems learning number facts and procedures. Even if they produce a correct answer or use a correct method, they may do so mechanically and without confidence.
(Butterworth & Yeo, 2004, p. 1)

Dyscalculie is volgens deze definitie een aandoening (*a condition*) die het leren rekenen bemoeilijkt. Mensen ervaren die moeilijkheden al bij eenvoudige numerieke begrippen. Zij hebben geen intuïtie voor getallen (*number sense*) en ze hebben moeite met het leren en onthouden van getalsfeiten en rekenprocedures. Zelfs als ze het goede antwoord produceren of de goede berekening verrichten doen ze dat mechanisch, zonder zelfvertrouwen. Dit geeft een mooie beschrijving en vult een leemte op binnen de twee andere invalshoeken.

De drie tests die zich afficheren als dyscalculietests, de *Zareki-R* (Von Aster et al., 2006), de *Dyscalculia Screener* (Butterworth, 2002 en 2003) en de *Tedi-Math* (Grégoire et al., 2004), sluiten met name op deze benadering aan. Wat deze tests gemeen hebben is dat zij de verwerking van groottes, hoeveelheden en numerieke symbolen op verschillende manieren onderzoeken. Zij onderzoeken ook het gemak en de precisie waarin tussen representatievormen kan worden omgeschakeld. In het geval van de *Zareki* wordt hierbij expliciet verwezen naar het 'triple code model' van Dehaene en Cohen (1995). De codes die zij onder-

scheiden zijn de auditieve verbale woordvorm (vier), de visueel Arabische cijfervorm (4) en de analoge representatie van het bedoelde aantal (▮▮▮▮).

Een symptoom van onvoldoende samenwerking tussen de codes is het 'omdraaien' van cijfers bij getallen tot 100, bijvoorbeeld 63 lezen en zesendertig zeggen. Bij leerlingen met rekenproblemen komt dit vaak voor. Het lijkt een relatief klein en technisch probleem ('iedereen vergist zich wel eens'), maar het kan op den duur het rekenen ernstig frustreren. Iemand die zich even vergist bij het uitspreken van 45 en per ongeluk 54 zegt, weet wel om welke hoeveelheid het gaat. Kinderen (en volwassenen) bij wie het rekenen is gestoord weten dat vaak niet.

Borghouts-Van Erp typeert het probleem aldus:

Dit zijn geen links rechts problemen! Het is een kwestie van foutieve koppelingen van de getallen, gezegd of geschreven, aan wat ze voorstellen. Misschien is er zelfs helemaal geen koppeling, stellen de getallen gewoon niets voor. (Borghouts-Van Erp, 1978, p. 88)

De oplossing die zij aanbeveelt is om 'een samenhangend geheel te gaan maken' van het leggen (met blokjes en staven), het lezen, het schrijven, het horen en het aanwijzen (op bijvoorbeeld een honderdveld) van getallen.

Voor elk getal moet gelden: wat je zegt kun je schrijven, wat je schrijft kun je leggen, wat je hoort kun je aanwijzen, wat je legt kun je zeggen, wat iemand aanwijst kun je leggen, enz. enz. (Borghouts-Van Erp, 1978, p. 88)

De vierde invalshoek is de al eerder genoemde algemene (niet-specifieke) benadering: dyscalculie als gevolg van stoornissen in algemene cognitieve vaardigheden (Geary, 2004). Binnen deze benadering worden verschillende subtypen dyscalculie onderscheiden:

- semantische geheugendyscalculie: de woorden die getallen aanduiden worden niet onthouden;
- getallenkennisdyscalculie: welke getallen er zijn en waarvoor ze staan, is onvoldoende bekend;
- visuospatiële dyscalculie: een onvermogen zich getallen voor te stellen;
- procedurele dyscalculie: onbekendheid met, dan wel het niet kunnen onthouden van rekenkundige bewerkingen (Desoete & Braams, 2008).

Het subtype getallenkennisdyscalculie komt overeen met de hierboven beschreven derde invalshoek. De relevantie van deze subtypen ligt vooral in de

remediëring: kennis van de cognitieve sterktes en zwaktes van een kind geeft waardevolle aanknopingspunten voor de focus van de behandeling.

3.4 De praktijk van de diagnostiek

Uitgaande van de verschillende invalshoeken kan het dyscalculieonderzoek bestaan uit de volgende onderdelen:

- 1 een analyse van de levensloop: gevolgd onderwijs, uitsluiting van bredere cognitieve of sensorische problemen, beperkingen die de rekenproblemen geven;
- 2 een analyse van de rekenvaardigheid en het rekenonderwijs: kwaliteit rekenonderwijs en remediërende inspanningen;
- 3 een analyse van de kennis en de mate van automatisering van het elementaire rekenen en van de verwerking van eenvoudige numerieke informatie;
- 4 een analyse van de voor het rekenen belangrijke cognitieve vaardigheden.

Zonder op de details van deze onderdelen in te gaan, willen we hierbij nog wat algemene aandachtspunten geven.

Ad.1 Om de diagnose dyscalculie te kunnen stellen moet aannemelijk worden gemaakt dat de rekenproblemen niet worden veroorzaakt door meer algemene intellectuele beperkingen (Milikowski & Milikowski, 2007). Om het niveau van intellectueel functioneren te bepalen is lang niet altijd een intelligentietest nodig. Immers, een slecht rekenend kind dat moeite heeft met alle leervakken heeft geen dyscalculie, dat is gewoon een heel zwakke leerling. Maar het omgekeerde geldt natuurlijk ook: een leerling die op het vwo voor vier talen goede cijfers haalt, heeft kennelijk geen last van *algemene* intellectuele beperkingen. Mensen hanteren die regel blijkbaar spontaan; uniform zwakke leerlingen worden zelden of nooit aangemeld voor dyscalculieonderzoek. Kinderen die moeite hebben met begripmatig zulke zware kost als breuken en Cito-sommen noemen we niet dyscalculisch.

Ad. 2 De rekenvaardigheid wordt bepaald door te kijken naar de rekenvaardigheid en het rekentempo. De vaardigheid onderzoek je door een leerling allerlei typen rekenopgaven voor te leggen en te bekijken welke sommen wel en welke niet worden beheerst. Het rekentempo wordt onderzocht door de leerling gedurende een of enkele minuten zo veel mogelijk sommen te laten maken van de vier basisbewerkingen van het rekenen (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen).

Hoe ernstig is het rekenprobleem waarmee een leerling worstelt? Die vraag kan op verschillende manieren worden beantwoord. Een manier is door gebruik te maken van een score die je op een schaal kunt plaatsen, zoals een DLE-schaal. DLE staat voor Didactische Leeftijd Equivalent en geeft het aantal maanden aan dat een leerling onderwijs heeft gevolgd vanaf begin groep 3. Een volledig schooljaar staat voor 10 onderwijsmaanden. Een leerling uit begin groep 8 met een DLE van 35 heeft een leerachterstand van 16 maanden ($51 - 35 = 16$).

Neem Laurie. Ze heeft groep 5 al bijna achter de rug; ze zou dus in de buurt van DLE 30 moeten zitten. Maar op een rekentoets behaalt ze een DLE van 10. Op deze toets is haar achterstand dus bijna twee jaar, wat erg veel is op zo'n jonge leeftijd. Hier gaat het dus om een globale, vergelijkende, niveaubepaling. Hoe ernstig is het probleem? Antwoord: de achterstand is bijna twee jaar.

Een aanvullende manier om iets te zeggen over de ernst van een rekenprobleem is door naar het rekenproces zelf te kijken. Dit gebeurt in een rekendidactisch onderzoek. In dit onderzoek krijgt de leerling diverse soorten sommen voorgelegd, waarbij niet alleen gekeken wordt naar het al dan niet beheersen van de sommen, maar ook naar de oplossingsstrategie. Het gaat hier dus meer om een kwalitatieve dan om een kwantitatieve analyse van het rekenproces.

Ad. 3 Leerlingen met dyscalculie hebben moeite met voor de meeste mensen makkelijke dingen, zoals het snel en correct achteruit tellen, en het snel en correct lezen, schrijven en op grootte beoordelen van getallen tot 100. Zulke opdrachten, die voor de meeste mensen routine zijn, kosten kinderen met dyscalculie ook na jaren nog veel mentale inspanning.¹ De Zareki-R, de Tedi-Math en de Dyscalculia Screener² van Butterworth zijn ontwikkeld om deze aspecten van rekenen te onderzoeken.

Ook bepaalde observaties, zoals: 'hij schrijft bij 3×6 als antwoord 19 op', dragen bij aan de oordeelsvorming over basale getals- en rekenkennis. Bovenstaande uitkomst wijst op een slecht ontwikkeld getalsgevoel, want de meeste kinderen maken al vroeg geen fouten meer tegen de even/oneven regel, zeker niet in het vertrouwde gebied tot twintig. Dat 19 niet voorkomt in de tafels weten de meesten blijkbaar impliciet. Want in de fouten die kinderen maken in de tafels komt 19 nooit als antwoord voor (Campbell et al., 2005; Milikowski, R., 2006). Bij deze vorm van beantwoording van de vraag 'hoe ernstig is het?' gaat het dus om inhoudelijke informatie over het rekenproces.

Familiegetallen

Stanley is een grage prater. Als het werk hem aanstaat is hij ijverig. Wat hij leuk vindt in onze lessen is het tellen van geld. Er is een doos met magnetisch nepgeld op school, vooral de biljetten wil hij graag tellen. Stanley's vader staat met attracties op de kermis en Stanley mag soms mee om te helpen opbouwen. Hij vertelt met schitterende ogen over de grote moeren die ze hebben aangedraaid. 'Zulke!' Hij heeft ook mogen figureren in een televisieserie. Stanley heeft een gemiddelde intelligentie, maar omdat hij niet kon meekomen op de gewone basisschool is hij overgeplaatst naar het speciaal basisonderwijs (sbo). Daar zit hij in de voorlaatste groep 7.

Bij de begeleiding van Stanley ontspint zich het volgende gesprek.

'Maar 6×6 , dat weet je wel.' Ik zei dit als opsteker, want de vorige keer wist hij het feilloos. Maar nu dus niet meer. 54? 32? 38? 50? Die vier antwoorden werpt hij op en kijkt wat ik ervan vind. Geen treffers dus.

'Dan weet ik het niet,' zegt Stanley.

'Maar ik weet nog wel de maten van Toelsi: 55 kilo en 159 centimeter!' De les waarin zijn klasgenoot Toelsi en hij elkaar moesten meten en wegen was een week geleden. Maar die getallen lepelt hij nog zo op.

'Waarom nou wel die kilo's en niet die tafels?,' vraag ik me als schoolpsycholoog af. En waarom weet hij wel het kenteken van de auto van de vriend van zijn zus en

het huisnummer van zijn neef, maar niet het antwoord op 6×6 ?

Ik wilde dat eens nader onderzoeken.

Misschien, dacht ik, kan hij getallen alleen onthouden als ze iets zeggen over iets of iemand, maar niet als ze iets zeggen over een ander getal? Ik besloot het uit te proberen.

Ik maakte twee groepen van acht kaartjes. Een groep met leeftijden: van mezelf (ik was toen 56), van vijf familieleden (23, 26, 60, 81, 80), van onze poes (19) en van ons huis (104). Vervolgens maakte ik acht kaartjes die samen een 'familie van twaalf' vormden. Dat ging van 2×12 tot en met 9×12 , dus de getallen waren 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108. Ik zorgde ervoor dat de volgorde van de kaartjes een beetje rommelig was. Niet in volgorde dus. Hij moest ze hardop lezen en dan wegleggen. De eerste keer deden we de leeftijden, de volgende keer de veelvouden van twaalf.

Het gesprek over het onthouden van de getallen op de kaartjes verloopt als volgt.

'Nou Stanley, vertel het maar. Hoe oud ben ik? En mijn vader? En mijn huis?'

Stanley had zeven van de acht combinaties goed onthouden. Hij kende ze ook omgekeerd: wie is er 23, wie 19? En toen ik na een half uur aan het einde van de rekenles aan Stanley vroeg wat hij van die familie had onthouden noemde hij spontaan zeven combinaties, helemaal goed.

De volgende dag deden we de tafel van

Vervolg

12. Eerst lezen we de kaartjes, vervolgens keken we wat er was blijven hangen.

Helaas, deze keer was hij er zeven van de acht vergeten, meteen al. En de getallen die hij noemde, vloekten behoorlijk in die tafel van twaalf, zoals 37 (voor drie keer) en 79 (voor vijf keer), maar dat merkte hij niet.

Maar dan grijpt Stanley in. Hij pakt de kaartjes met de sommen ($3 \times 12 = \dots$, etc.) en legt ze in volgorde. Vervolgens pakt hij de kaartjes met de antwoorden erbij, rangschikt die naar grootte en meldt dat hij het zo wel kan. Inderdaad, hij heeft toch wel een been om op te staan.

Ad. 4 Kennis van het profiel van cognitieve vaardigheden – met sterke en zwakke kanten – is nodig voor het analyseren van het rekenprobleem, het opzetten van adequate hulp en het vermijden van valkuilen in de rekendidactiek. Vaardigheden die van belang zijn, zijn onder andere taalvaardigheden, redeneervaardigheden, werkgeheugen en/of langetermijngeheugen, visuospatiële vaardigheden, procedurele of planningsvaardigheden.

3.5 Advies en interventie

De diagnose dyscalculie kan zowel welkom als onwelkom zijn. Aan de ene kant wordt met die diagnose iets vervelends vastgelegd, namelijk dat inderdaad sprake is van een rekenhandicap. Maar daarvan kan ook een zekere bevrijding uitgaan. De leerling die te horen krijgt dat hij dyscalculie heeft, wordt daarmee verlost van het gevreesde etiket 'dom'. Bovendien is het achterblijven met rekenen en het onvoldoende kennen van de tafels niet te wijten aan een gebrek aan ijver, inzet of motivatie. Daarnaast wordt met de diagnose de verantwoordelijkheid anders gelegd, namelijk van de leerling naar de volwassenen om hem heen: de leerkracht, de ouders of de remedial teacher. De diagnose dyscalculie zal altijd onwelkom zijn als daaraan de betekenis van 'kan niet leren rekenen' wordt gegeven. Die betekenisgeving is echter onterecht.

3.6 Pedagogische voorwaarden

Bij kinderen met dyscalculie is de gewone instructie in de klas niet voldoende en simpelweg meer oefenen is evenmin afdoende. Deze kinderen hebben gespecialiseerde begeleiding nodig om bepaalde dingen te leren. Ook is het vaak nodig dat zij hun zwakke kanten mogen compenseren met handige technieken,

een opzoekboekje, een tafelkaart, een rekenmachine of een ander hulpmiddel. Voor een leerling met dyscalculie is rekenen zwaar werk. Beloningen in de zin van beheersing en goede resultaten blijven lang uit, veel langer dan bij andere kinderen. Waardering voor de stappen die het kind wel lukken is veel productiever dan negatieve opmerkingen over wat nog niet lukt. Het is van belang om een dergelijke leerling weer de hoop te geven dat hij bij het rekenen vooruitgang kan boeken. Positieve verwachtingen van de docent of begeleider hebben een enorm zichzelf versterkend effect en zijn zeker geen luchtspiegelingen.

Falen

Bij het omgaan met leerlingen met dyscalculie is het van groot belang rekening te houden met de door het vele falen opgebouwde angsten en gevoelens van minderwaardigheid (Butterworth & Yeo, 2004; Ashcraft & Ridley, 2005). Een kind met een leerstoornis behoort niet onverwacht een beurt te krijgen; beurten moeten ruimschoots van tevoren worden aangekondigd, zodat de leerling zich kan voorbereiden en een goed figuur slaan. Ook in de een-op-eensituatie van de individuele hulp is het van groot belang om ervoor te zorgen dat de leerling zich op zijn gemak voelt en niet geremd wordt door de angst om fouten te maken.

Ouders spelen een onmisbare rol bij de ondersteuning van het kind met leerproblemen. Het komt voor dat een kind met dyscalculie dankzij goede ondersteuning thuis het rekenen op school net kan blijven bijbenen. Een voorwaarde is wel dat de hulp in goede harmonie kan worden gegeven. Dat is soms voor ouders moeilijker dan voor een remedial teacher, die minder persoonlijk bij het kind is betrokken.

3.7 Preventie en optimalisering van het rekenonderwijs

Het is van groot belang dat de stoornis, of althans het probleem, wordt aangepakt zodra het zich manifesteert. Bij sommige kinderen gebeurt dit reeds tijdens de kleuterperiode. Kinderen die moeite hebben met rekenen moeten meer rekenen in plaats van minder. Dit gaat niet vanzelf, want hun neiging zal zijn om zich aan dat voor hen onplezierige werk te onttrekken. Er moet daarom zo snel mogelijk worden begonnen met het organiseren van extra rekenoefeningen. Deze hulp moet goed worden afgestemd op wat de leerling aankan. Stagnatie bij het rekenen kan leiden tot cognitieve en emotionele problemen. Veel van deze problemen kun je voorkomen door vroegtijdige interventie (Bosman & Braams, 2005).

Rekenmethoden

Een extra moeilijkheid bij dyscalculie is dat de meeste rekenmethoden die in Nederland in gebruik zijn in bepaalde opzichten ongeschikt zijn voor kinderen met een rekenprobleem (Ruijsenaars et al., 2004; Braams & Milikowski, 2008). Het gaat daarbij om een aantal eigenschappen die kenmerkend zijn voor het 'realistisch rekenen' dat in Nederland sinds de jaren negentig van de vorige eeuw de boventoon voert en sinds omstreeks 2002 verplicht is ingevoerd, ook in het sbo. Daartoe behoren het – standaard – aanbieden van een grote variëteit aan oplossingsmethoden, het afwijzen van routines en het 'inslijpen' van kennis en vaardigheden. De realistische didactiek maakt zich sterk voor het intuïtieve rekenen, creatieve oplossingen en het handige gebruik van schatten. Maar dat zijn nu precies de vaardigheden die buiten het bereik van zwakke rekenaars liggen (Milo & Ruijsenaars, 2003).

Er zijn verschillende mogelijkheden om het rekenen te stimuleren en een leerling zich beter te laten instellen op een rekenzwakte. Zo kan een leraar zijn instructie aanpassen, rekenzwakke leerlingen beter bij de les betrekken en de lesstof beter toesnijden op het niveau van de leerling.

Instructie

Een leerling met dyscalculie heeft recht op extra hulp bij het verwerken van de leerstof en bij het zich eigen maken van nieuwe rekenvaardigheden. Afhankelijk van de mogelijkheden kan daarbij worden gedacht aan pre-teaching of herhaling achteraf.

Het sleutelwoord voor goede rekenhulp is: intensieve instructie, klassikaal zowel als individueel. Individuele instructie is nodig omdat op die manier kan worden aangesloten bij het begrip van het kind. Oefenen is belangrijk, maar tilt een kind niet op naar meer kennis en meer begrip. Een kind dat alleen wordt gelaten met een eigen programma wordt niet voldoende geholpen. Dat kind durft vaak niet zelf naar de leerkracht toe te stappen om uitleg te vragen. Het is niet goed om een leerling met zijn rekenprobleem alleen te laten tobben. Dat overkwam ook Jiska. Ook in haar geval ging men er ten onrechte van uit dat het rekenen wel op gang zou komen. Dat het wel komen zou als ze eraan toe was. Maar het zwakke getalsgevoel staat zo een spontane ontwikkeling in de weg.

Deelnemen aan groepsinstructie

Volgens ons is het raadzaam om leerlingen met dyscalculie niet apart te zetten, maar juist te laten meeluisteren en meedenken als de andere leerlingen van de groep een instructie krijgen over een nieuw onderwerp. Op die manier wor-

den zij niet buitengesloten van de groepsinstructie. Zou dit niet gebeuren, dan belanden de leerlingen met dyscalculie in een uitzonderingspositie die gemakkelijk hun zelfvertrouwen kan schaden. Een tweede reden is dat het, in de regel, ook voor leerlingen met dyscalculie nuttig en profijtelijk is om kennis te maken met de onderwerpen die bij de rekenles aan bod komen. Het is niet nodig dat de leerling alles meteen snapt. De kennismaking kan echter wel een eerste basis daarvoor leggen, waarop later verder kan worden gebouwd. De verwerkingsstof kan qua hoeveelheid en moeilijkheidsgraad worden aangepast. Het is niet nodig dat een leerling alle opgaven maakt.

Niveau van de leerstof

Kinderen met rekenproblemen moeten dikwijls te lang blijven stilstaan bij de stof voor de eerste jaren van de basisschool. Net als bij Jiska het geval was. Dit gebeurt omdat het optellen en aftrekken tot 20 nog niet was geautomatiseerd en in de stof tot 100 nog vaak fouten werden gemaakt. Volgens ons is dit geen goede keuze (Milikowski & Braams, 2008). Het is waar dat het optellen en aftrekken tot 20 nog regelmatig moet worden geoefend. Dit kan echter uitstekend gebeuren in de context van sommen met grotere getallen, vooral als wordt gewerkt volgens de standaardcijferprocedures. Het voordeel daarvan is dat twee typen oefeningen kunnen worden gecombineerd: het werken met grote getallen, het leren uitspreken en analyseren daarvan (zeg tot een miljoen), en het snel maken van de optel- en aftrekcombinaties tot 10 en tot 20.

3.8 De praktijk van de dyscalculiebehandeling

Bij dyscalculie is sprake van een zwak ontwikkeld getalsgevoel. Er is weinig intuïtie voor het oplossen van sommen. Elementaire automatismen ontwikkelen zich onvoldoende of met ernstige vertraging. Ook de opbouw van parate kennis van getallen en hun onderlinge relaties gebeurt langzamer, ondanks het vele werk en de inspanning. Toch kunnen kinderen met dyscalculie bij een goede aanpak veel vooruitgang boeken (Milikowski & Braams, 2008). Zij kunnen technieken en procedures leren voor het uitrekenen van sommen. Zij kunnen op een verstandige manier met hulpmateriaal leren omgaan, zoals een tafelkaart en een rekenmachine. Zo kan een kind met dyscalculie toch plezier houden in het rekenen en het gevoel hebben vooruit te komen. Bij een diagnose van dyscalculie zijn behalve een meer gestructureerde didactiek, een intensieve en nauwkeuriger bij de bestaande kennis aansluitende instructie en meer oefening, ook andere maatregelen nodig.

Lange tijd was er weinig literatuur beschikbaar die was afgestemd op de behoeften van de meest betrokkenen – leerlingen, ouders en leerkrachten. Daarin begint nu verandering te komen. Een voor ouders en ook leerkrachten prettig toegankelijk boek vol nuttige inzichten, adviezen, adressen en tips is het onlangs verschenen *Kinderen met dyscalculie* (Desoete & Braams, 2008). Een andere, goed toegankelijke publicatie is een uitgave van de oudervereniging Balans, *Balans Belicht Dyscalculie* (Paternotte, 2007). Als handleiding voor individuele begeleiding kan het boek *Nog lang niet uitgeteld* van Heuninck (2002) worden genoemd. Heel populair bij kinderen met rekenmoeilijkheden is het computerprogramma 'Cijferhaai', een spelletjesprogramma voor rekenoefeningen. Het programma begint met tellen en ordenen. Maar er komen ook ingewikkelde thema's in voor. Bijvoorbeeld het wisselen van eenheden door tientallen. En ook het begrip dat bij vermenigvuldigen en delen met een van de getallen niet een aantal voorwerpen, maar een aantal groepjes wordt bedoeld. Er zijn speelse oefeningen voor allerlei vaardigheden die bij rekenzwakke kinderen kunnen uitvallen. Variërend van getalbegrip, kortetermijngeheugen, aandacht, concentratie en in volgorde zetten tot en met automatiseren. Het programma is zo veelomvattend dat je het gedurende de hele basisschoolperiode kunt gebruiken.

Voor gebruik in de klas wordt vaak verwezen naar het door Julie Menne ontworpen en beproefde lespakket 'Met Sprongen Vooruit' (Menne, 2001). Het is een klassikaal programma met speelse rekenoefeningen voor zwakke rekenaars. Het bestrijkt getallen tot de honderd. Uit onderzoek blijkt dat de rekenprestaties van zwakke rekenaars verbeteren als de leerkracht drie keer per week een kwartier lang oefenlessen als deze geeft (Menne, 2001). Deze oefeningen gaan over basale vaardigheden als tellen, ordenen en lokaliseren, springen naar getallen, aanvullen tot 10, splitsingen en het maken van een sprong per 10 tegelijk. Het programma omvat onder meer een dvd en een kist met materialen, zoals een handpop, tekstkaarten en telraamstroken.

Rekentechnieken

Het is verstandig bij rekenzwakke leerlingen het aantal rekentechnieken en procedures te beperken en middelen beschikbaar te stellen die het geheugen kunnen ondersteunen. Het is doorgaans gewenst om leerlingen met dyscalculie voor elk van de verschillende bewerkingen één standaardprocedure aan te leren. Variatie van procedures kan hen gemakkelijk in verwarring brengen en levert niet het beoogde inzicht op. Het gaat, integendeel, dikwijls ten koste van de beheersing van de standaardprocedure.

Bij de keuze van procedures en technieken moet gelet worden op de houdbaar-

heid. De klassieke procedures voor het 'onder elkaar' optellen, aftrekken en vermenigvuldigen hebben een grote houdbaarheid. Je kunt daarmee altijd en overal een som uitrekenen.

Geheugen

Voorts moet er bij de keuze van procedures en technieken gelet worden op de belasting van het kortetermijngeheugen (Walda & Braams, 2008). Leerlingen met dyscalculie hebben vrijwel altijd te maken met beperkingen van hun geheugencapaciteit voor het maken van sommen. Het werkgeheugen voor getallen en bewerkingen is zwak. Dit betekent dat zij bij hoofdrekenen eerder dan anderen vastlopen. Een leerling met dyscalculie moet daarom niet veel hoeven hoofdrekenen, maar moet de beschikking krijgen over hulpmiddelen die hem ontlasten bij het maken van berekeningen. De leerling moet dus altijd pen en papier kunnen gebruiken. Dat geldt ook voor toetsen, inclusief die van het Cito-leerlingvolgsysteem, al wordt dit bij de instructie van deze toetsen niet aangegeven. Het is het beste om deze toetsen bij kinderen met een leerprobleem individueel af te nemen.

Leerlingen met dyscalculie hebben meestal moeite met het opslaan van rekenkennis in het langetermijngeheugen. Daarom is het gewenst dat zij, ook bij toetsen, mogen beschikken over bijvoorbeeld een tafelkaart. Het kan nuttig zijn om een klapper samen te stellen met rekenfeiten en rekenregels. Op momenten dat hun geheugen hen in de steek laat, kunnen zij daarop terugvallen. Ook het inmiddels populaire 'opzoekboekje' functioneert op die manier. Dat is een boekje met kaartjes voor allerlei zaken die rekenzwakke leerlingen gemakkelijk vergeten. Per leerling worden daarin telkens andere kaartjes opgenomen. Er zijn bijvoorbeeld kaartjes met de tafels van vermenigvuldiging, breuken, komma's en procenten, meten en een kalender. Kinderen kunnen in hun eigen boekje even opzoeken hoe ze de sommen van dat type opgave moeten oplossen. Er staan geen antwoorden in, maar wel de manier om tot het antwoord te komen. Een dergelijk opzoekboekje is het meest behulpzaam als de bewerkingen van tevoren uitgebreid zijn doorgenomen met de leerling. Zonder die voorbereiding bieden de kaartjes onvoldoende steun.

Ten slotte, leerlingen met dyscalculie moeten eerder dan anderen krijgen uitgelegd hoe zij een rekenmachine kunnen gebruiken. In overleg met de leerkracht kunnen zij deze rekenmachine vervolgens inzetten bij het oplossen van bepaalde opgaven of delen van opgaven.

3.9 Nuttige adressen

Voor dyscalculie:

www.balansdigitaal.nl

www.rekencentrale.nl

www.tbraams.nl

<http://dyscalculie.startpagina.nl>

Voor rekenhulp:

<http://rekenhulp--basisschool-pabo.nl>

www.fi.uu.nl/rekenweb

www.woordenhaai.nl

Geraadpleegde literatuur bij hoofdstuk Dyscalculie van Milikowski & Braams, 2009

- American Psychiatric Association (2000). DSM-IV-TR. Diagnostic and statistical Manual of Mental Disorders. Washington: APA.
- Ankone, E. (2004). De behandeling van faalangst bij wiskunde. *Remedial* 4(6) 3-9.
- Ashcraft, M. H. & Ridley, K.S. (2005). Math Anxiety and its cognitive consequences: a tutorial review. In Jamie I.D.Campbell, (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 315-331). New York: Psychology Press.
- Borghouts-Van Erp, J. (1978). Rekenproblemen opsporen en oplossen. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Bosman, A.M.T & Braams, T. (2005). Depressie en angst bij basisschoolleerlingen met dyslexie. *Tijdschrift voor orthopedagogiek*, 44, 213-223.
- Braams, T. & Milikowski, M. (2008). De gelukkige Rekenklas. Amsterdam: Boom.
- Butterworth, B. (1999). *The Mathematical Brain*. London: Macmillan.
- Butterworth, B. (2002). Screening for dyscalculia: a new approach. www.mathematicalbrain.com
- Butterworth, B. (2003). Dyscalculia Screener. Highlighting pupils with specific learning difficulties in maths. London: nferNelson.
- Butterworth, B. and Yeo, D. (2004). *Dyscalculia Guidance*. Helping pupils with dyscalculia. London: Nfer Nelson.
- Campbell, J. I. D. & Epp, L.J. (2005). Architectures for Arithmetic. In Jamie I.D. Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition*, pp 347-631. New York and Hove: Psychology Press.
- Carey, S. (2004). Boottrapping & the origin of concepts. *Daedalus*, Winter 2004, 59-68.
- Cordes, S. & Gelman, R. (2005). The Young numerical mind: when does it count? In Jamie I.D.Campbell, (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 127-143). New York: Psychology Press.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense. How the mind creates mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Dehaene en Cohen, 1995
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2005). Three parietal circuits for number processing. In Jamie I.D.Campbell, (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 433-454). New York: Psychology Press.
- Desoete, A. & Braams, T. (2008). *Kinderen met dyscalculie*. Amsterdam: Boom.
- Geary, D.C (1994). *Children's Mathematical Development*. Washington DC: American Psychological Association.
- Geary, D.C. & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: theoretical and empirical perspectives. In Jamie I.D.Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 253-269). New York: Psychology Press.
- Gelman, R. & Gallistel, C.R. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge M.A.: Cambridge University Press.

- Grégoire, J., Noël, M.P., Van Nieuwenhoven, C. (2004), TEDI-MATH. Aangepast voor Vlaanderen door Desoete, A., Roeyers, H., & Schittekatte, M. Antwerpen: Harcourt.
- Griffin, S., Case, R. & Siegler, R.S. (1994). Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic for students at risk for school failure. In: Kate McGilly (ed). Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice. Cambridge, MA: MIT Press.
- Heuninck, H. (2002). Nog lang niet uitgeteld. Leuven/Leusden, Acco.
- Menne, J.J.M. (2001). Met sprongen vooruit. Een productief oefenprogramma voor zwakke rekenaars in het getallen gebied tot 100. Utrecht: Freudenthal Instituut.
- Milikowski, M. (1995). Knowledge of Numbers. A study of the psychological representation of the numbers 1-100. Amsterdam: University of Amsterdam.
- Milikowski, M. (2006). Dyscalculicus loopt vast tussen cijfer en getal. *Panama Post* 25 (4), 11-17
- Milikowski, M. & Elshout, J.J. (1995). What makes a number easy to remember? *British Journal of Psychology* 86, 537-547.
- Milikowski, M. & Milikowski, R. (2007). Want slim is hij wel. Diagnostiek van dyscalculie bij leerlingen van havo en vwo. *Remediaal* 7 (6), 1-14.
- Milikowski, M. en Braams, T. (2008). Zorg voor zwakke rekenaars. In: Tom Braams en Marisca Milikowski (red.), *De Gelukkige Rekenklas*, pp 116-123. Amsterdam: Boom.
- Mix, K.S., Huttenlocher, J. & Levine, S.C. (2002). *Quantitative Development in Infancy and Early Childhood*. Oxford: Oxford University Press.
- Noël, M.-P., Rousselle, L., and Mussolin, C (2005). Magnitude representation in children. In: Jamie I.D.Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition*, pp. 197-197.
- Ostad, S.A. (1999). Developmental progression of subtraction strategies: a comparison of mathematically normal and mathematically disabled children. *European Journal of Special Needs Education* 14, 21-36.
- Paternotte, A. (2007). Balans Belicht Dyscalculie, Bilthoven: Balans.
- Rousselle, L., & Noël, M-P (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102 (3), 361-395
- Ruijsenaars, A.J.J.M., J.E.H. van Luit en E.C.D.M. van Lieshout (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam, Lemniscaat.
- Siegler, R.S. and Schrager, J. (1984). Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? In: C. Sophian (Ed.), *Cognitive skills and their origin*, pp 229-293. Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Siegler, R.S., & Shipley, C. (1995). Variation, selection and cognitive change. In: T. Simon and H.G. Halford (Eds.). *Developing Cognitive Competence* (pp.31-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Timmermans, R. (2005). Addition an subtraction strategies: Assessment and Instruction. Doctoral Dissertation University of Nijmegen.
- Treffers, A. & K. Buijs (1999). Rekenen tot 100. In: Treffers, A., M. van den Heuvel-Panhuizen & K. Buijs (Red.). *Jonge kinderen leren rekenen*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

- Van de Rijt, B.A.M. (1996). Voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Doetinchem: Graviant Educatieve Uitgeverijen.
- Van der Sluis, S., Van der Leij, A., & De Jong P.F. (2005). Working memory in Dutch children with reading- and arithmetic-related LD. *Journal of Learning Disabilities* 38(3), 207-221.
- Van Lieshout, E.C.D.M (2006). Rekenstoornissen en dyscalculie: enkele non-specifieke cognitieve verklaringen. In M. Dolk en M. van Groenesteijn (red.) *Dyscalculie in discussie*, pp 6-15. Assen: Van Gorkum.
- Van Loosbroek, E. (2006). De biologische basis van ontwikkelingsdyscalculie. In M. Dolk en M. van Groenesteijn (red.), *Dyscalculie in discussie*, pp16-21. Assen: Van Gorkum.
- Van Luit, H.& Ruijsenaars, A.J.J.M. (2004). Dyscalculie, zin en onzin. *Panama Post*, 23, 3-8.
- Van Luit, H., & Van van de Rijt, B.A.M. (1995). De rekenhulp voor kleuters. Doetinchem: Graviant.
- Van Luit, H., Van de Rijt, B.A.M., & Pennings, A. H. (1998). *Utrechtse Getalbegip Toets*. Doetinchem: Graviant.
- Von Aster, M., Weinhold Zuleif, M. & Horn, R. (2006). ZAREKI-R, Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung en Rechnen bei Kindern. Frankfurt a/M: Harcourt Test Services.
- Walda, S. & T. Braams (2008). Rekenen met geheugenproblemen. In: Tom Braams en Marisca Milikowski (red.), *De Gelukkige Rekenklas*, pp 130-137. Amsterdam: Boom.